

Helsinki 4.2.2000

8/06

09/831962  
FI 99/952 4

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT



Hakija  
Applicant

1. Lallo, Pauli  
Riihimäki
2. Peltoniemi, Pekka  
Espoo
3. Sekki, Mauri  
Espoo
4. Tervapuro, Ilpo  
Espoo

REC'D 22 FEB 2000

WIPO

PCT

Patenttihakemus nro  
Patent application no

982479

Tekemispäivä  
Filing date

17.11.1998

Kansainvälinen luokka  
International class

H04L

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Adaptiivinen modeemi ja menetelmä modulaatiotavan adaptiiviseksi  
valitsemiseksi"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä  
patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä,  
patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the  
description, claims, abstract and drawings originally filed with the  
Finnish Patent Office.

  
Pirjo Kalle  
Tutkimussihteeri

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Maksu 300,- mk  
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A  
P.O.Box 1160  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Puhelin: 09 6939 500  
Telephone: + 358 9 6939 500

Telefax: 09 6939 5204  
Telefax: + 358 9 6939 5204

1  
2

ADAPTIIVINEN MODEEMI JA MENETELMÄ MODULAATIOTAVAN ADAPTIIVISEKSI VALITSEMISEKSI

Keksintö kohdistuu datasiirtoon tarkoitettuun adaptiiviseen modeemiin, joka on määritelty patenttivaatimuksen 1 johdanto-osassa.

Tunnetuissa datamodeemeissa käytetään kiinteitä taajuuksia, sekä vaiheita ja amplitudeja. Merkin siirrossa informaatio vastaa eri modulaatiomenetelmien mukaisesti aaltomuotoja. Kukin aaltomuoto tarkoittaa tällöin yhtä tai useampaa bittiä (binäärinumeroa). Taulukko 1 kuvaa ITU-T:n standardimodeemeja /1/. Taulukossa merkki vastaa yhtä, kahta, jne. enimmillään kuutta bittiä (64-QAM). Näissä modeemeissa merkki vastaa tiedonsiirtoyhteydellä yhtä taajuutta (kantoaaltoa), ko taajuuden tiettyä vaihetta tai jotain kantoaallon amplitudia. Modeemeja käytetään kaikissa analogisissa siirtokanavissa, ml. radiokanavat datan siirtoon. Edellä kuvatun tekniikan rajoituksia ovat:

- yhden kantoaaltotaajuuden käyttö, taulukon mukaisesti useimmiten 1800 Hz,
- enintään 6 bittiä vastaa tiettyä aaltomuotoa, joten niistä on kohtalaisen rajallinen määrä eri symbolien esittämiseen, taulukon mukaan enintään 64 erilaista symbolia saadaan 6 bittisenä esityksenä 64-QAM modulaatiolla,
- kaistaleveys on sovitettu perinteiseen 300 - 3400 Hz:n analogiseen puhelinverkkoon, taulukon ja tutkimuksen mukaisesti kapein kaistaleveys on vanhanaikaisella FSK-tekniikalla tehdyllä hitaalla 1200 bit/s V.23 modeemilla 900-2500 Hz.

Nykyinen tietotekniikka tuottaa pelkästään digitaalista kaksitasoista (0 tai 1) dataa. ~~Datan siirtotarve on aiheuttanut digitaalisten televerkkojen kehittymisen /2/.~~ Yleinen huomio onkin kiinnittynyt digitaaliseen tiedonsiirtoon optisilla eli valokaapeliyhteyksillä, jossa tämä digitaalinen on/off-tiedonsiirto riittää. Radioyhteyksillä ja digitaalisen verkon ISDN-puhelimen yhteydessä on tutkittu ja kehitetty digitaalisia modulointimenetelmiä /3/, kun digitaalinen tila (0 tai 1) pitää siirtää analogisesti.

Taulukko 1 ITU-T:n standardimodeemit /1/ ja /3/

Year	Recommendation	Bit rate bit/s	Spectrum Hz Measured	Carrier frequency Hz	Symbol rate baud	Modulation
1964	V.21	300			300	FSK
1964	V.23	1200	900 - 2500	1300, 2100	1200	FSK
1968	V.26	2400	900 - 2700	1800	1200	4-DPSK
1972	V.26 bis	2400	900 - 2700	1800	1200	4-DPSK
1976	V.27 ter	4800	800 - 2900	1800	1600	8-DPSK
1976	V.29	9600		1700	2400	16-QAM
1980	V.22	1200	600 - 2900	1200, 2400	600	4-DPSK
1984	V.22 bis	2400	600 - 2950	1200, 2400	600	16-QAM
1984	V.32	9600	300 - 2950	1800	2400	16-QAM
1984	V.33	14400	300 - 3200	1800	2400	32-QAM
1994	V.34	28800		1800	2400	16-QAM
					2800	32-QAM
					3000	64-QAM
					3200	
	version 96	31200			3429	
		33600				

Tavallisilla modeemeilla on tietty hyvin rajallinen määrä sallittuja taajuuksia, vaiheita (esim. 8) ja amplitudiarvoja (muutama) taulukko 1. Nykyisten modeemien epäkohta on rajallinen käyttöalue tietylle puhelinkaistalle tai toisaalta juuri tiettyyn radiolaitteeseen ja kanavaan. Ne eivät pysty adaptiivisesti mukautumaan erityyppisiin kanaviin esim. standardia puhelinkanavaa tai radiokanavaa kapeampaan kaistaleveyteen tai toisaalta laajempaan kaistaleveyteen. Nykyisillä modeemeilla ei pystytä nopeaan datasiirtoon eikä kunnolliseen puheen ja kuvan siirtoon.

Nykyisten digitaalisten televerkkojen ISDN-tekniikan rajoituksena on kiinteä standardisoitu tilaajan ja keskuksen välinen yhteys ja nopeus B-kanava 64 kbit/s /4/. Palvelu tarjoaa kaksi B-kanavaa ja yhden C-kanavan 16 kbit/s.

Adaptiivinen modeemi pystyy käyttämään tavanomaisia datamodeemeja huomattavasti suuremman määrän taajuuksia, vaiheita ja amplitudeja muodostaessaan erilaisia aaltomuotoja. Adaptiivi-

nen modeemi ei ole kiinteästi tiettyyn modulointitapaan sidottu vaan se mukautuu, adaptoituu käytettävän siirtokanavan tarjoomiin mahdollisuuksiin. Keksinnölle on tunnusmerkillistä se, mitä on esitetty patenttivaatimusten tunnusmerkkiosissa.

Keksintöön kuuluu, että käytetyt aaltomuodot vastaavat runsasta symbolikirjastoa, teoriassa lähes rajatonta määrää symboleja, jolloin saavutetaan seuraavia etuja:

- Puhelintilaajan Internet-verkkoon tai perinteiseen puhelinverkkoon tavanomaisilla puhelinyhteyksillä lähettämä tiedonsiirto nopeutuu nykyisestä 64 kbit/s ISDN-yhteyksillä ja 33.6 kbit/s modeemiyhteyksillä. Tiedonsiirto nopeutuu huomattavasti aaltomuotojen vastatessa nykyistä suurempaa bittimäärää adaptiivisessa modeemissa käytetyn algoritmin ansiosta. Samalla symbolinopeudella siirtyy huomattavasti nykyistä enemmän bittejä.

- Adaptiivisuudesta johtuen modeemi soveltuu useimpiin käytettävissä oleviin tiedonsiirtojärjestelmiin ja niissä tarjolla olevissa siirtokanavissa oleviin taajuuskaistoihin (radiokanavat ja tietoliikenneverkon kanavat ml), mitä ominaisuutta ole-massaolevilla standardimodeemeilla ei pystytä tarjoamaan.

- Adaptoituminen käytettävissä olevaan siirtokanavaan tehdään ohjelmallisesti muuttamatta adaptiivisen modeemin mekaanista rakennetta ja kytkentää millään tavalla. Vastaavasti toimintatilaa voidaan vaihtaa eri radiotaajuuksilla. Ohjelman parametrien muutoksella tehdään valinnat kulloinkin kyseeseen tulevasta modulaatiotavasta, siirtonopeudesta ja siirron laatuvaatimuksesta (bittivirhesuhde).

- Adaptiivinen modeemi sovittaa ominaisuutensa kuhunkin käytettävissä olevaan kanavaan ja siirtotilanteeseen optimoiden automaattisesti toimintansa halutun kriteerin mukaisesti.

Kriteereinä voi olla mm. kanavan kaistalevyys ja taajuusalue, tiedonsiirrossa kulloinkin sallittu bittivirhe-suhde, vaadittu siirtonopeus, salausalgoritmi, virheenkorjaus ym. Modeemissa käytetään aaltomuodon kehittämiseen laskenta-algoritmiä ja digitaali-analogiamuunninta sekä sovitinyksikköä prosessorin ja televerkon välillä. Vastaanotossa taas tarvitaan vastaavasti sovitinyksikkö, analogia-digitaalimuunnin, aaltomuodon tunnistamiseen laskenta-algoritmi ja prosessori. Tietokoneen ja modeemin välillä on standardirakenteinen yhteys.

Seuraavassa keksintöä selitetään tarkemmin viittaamalla oikeisiin kuvioihin, joissa

Kuviossa 1 on ohjelmallisen modeemikortin lohkokaavio.

Kuviossa 2 esitetään amplitudimodulaatio.

Kuviossa 3 esitetään vaihemodulaatio.

Kuviossa 4 esitetään amplitudi- ja vaihemodulaatio.

Kuviossa 5 esitetään useiden eri taajuuksien summa-aaltoa.

Kuviossa 6 on lohkokaavio radiomodeemin modeemikortista.

Kuvion 1 lohkokaaviossa on vasemmassa reunassa tietokone PC, johon ohjelmallinen modeemikortti liittyy ISA-, PCI- tai USB-väylän kautta. Kortin modeemiosaa saa väylän kautta käyttöjännitteensä, data- ja osoitesignaalin sekä keskeytyssignaalit. Signaaleita varten on modeemikortilla puskuripiirit.

#### SIGNAALIN LÄHETYS

Modeemiosan keskeinen komponentti on signaaliprosessori, joka saa käsiteltävän eli lähetettävän datan PC:n dataväylältä. Vastaanotossa signaaliprosessori syöttää tietoa PC:n dataväylälle. Prosessori myös huolehtii omalta osaltaan sivuäänennydestä ja kaiun poistosta. Signaaliprosessori toimii ohjelmamuistin avulla. Modeemiohjelma ladataan PC:n data- ja osoiteväylien kautta. Muisti on EEPROM-tyyppiä, jota voidaan ohjelmoida sähköisesti.

Signaaliprosessorilta lähtevä moduloitu digitaalinen tieto muunnetaan analogiseksi digitaali-analogiamuuntimella. Sen analoginen jänniteviesti kytkeytyy optoeristinyksikköön, joka erottaa galvaanisesti televerkon sovitinosat muuntimesta.

Signaalin lähtöjännite viedään aseteltavaan vahvistimeen, jonka vahvistus säädetään vastuksilla televerkon kannalta sopivaksi. Vahvistimen lähtöjännite kytkeytyy vastushaarukkaan, josta signaali etenee tasasuuntaajan kautta soitontunnistus- ja ylijännitesuojauspiiriin. Siitä modeemisignaali etenee televerkkoon 2-johdinyhteydellä.

#### SIGNAALIN VASTAANOTTO

Televerkosta saapuva modeemisignaali kulkee soitontunnistus- ja ylijännitesuojauspiirin kautta tasasuuntaajalle, josta

signaali kytkeytyy vastushaarukkaan. Vastushaarukan tehtävänä on muodostaa ns. sivuäännetön kytkentä eli päästää televerkosta saapuva modeemisignaali etenemään, mutta estää samanaikaisesti televerkkoon lähetettävän modeemisignaalin kytkeytyminen vastaanoton vahvistimeen.

Saapuva modeemisignaali etenee automaattisesti tasolukittuvaan vahvistimeen, joka tunnistaa signaalin suuruuden ja sen jälkeen lukittuu sopivalle vahvistuskertoimelle. Tämä adaptiivisuus edesauttaa vastaanoton virheetöntä toimintaa etenkin silloin, kun vastaanotetut signaalitasot ovat heikkoja. Edelleen vahvistimelta signaali etenee optoeristin-yksikön kautta analogia-digitaali-muuntimelle. Se muuntaa analogisen jänniteviestin digitaaliseksi signaaliprosessoria varten. Signaaliprosessori puolestaan ilmaisee eli demoduloi saamastaan digitaalisesta viestistä sanoman, joka syötetään PC:n dataväylälle.

#### MUUT OSAT

Soitontunnistus ja ylijännitesuojauspiirin tehtävänä on tunnistaa B-tilaajan kutsu ja tiedottaa kutsu PC:lle optoeristinyksikön kautta. Piirin tehtävä on myös läpikytkeä lähtevä ja tuleva modeemisignaali. Piirin ylijännitesuojaus estää salaman tai muiden suurten jännitteiden aiheuttaman vaikutuksen televerkon sovitinosan. Kun PC:n käyttäjä on A-tilaaja, kytkeytyy ohjaussignaali optoeristimen kautta linjakytkentään, jolloin modeemikortti kytketään galvaanisesti televerkkoon. Sen jälkeen signaaliprosessori muodostaa soittosarjan B-tilaajalle, jolloin yhteys muodostuu. Televerkon sovitinosan lohkot saavat käyttöjännitteensä sovitinosan jännitelähteestä, joka ei kuormita televerkkoa syöttölohkoineen.

---

#### LÄHETYSAALTOMUODON KEHITTÄMINEN

Adaptiivinen modeemi soveltaa diskreettistä Fourier-muunnosta /5/-/6/ sekä lähetysaaltomuodon kehittämisessä että sen vastaanotinalgoritmissä. Yleisesti tunnettu Fourier-muunnos on toteutettu joissain mittalaitteissa nopeana Fourier-muunnoksena (FFT), jossa ei pystytä käyttämään hyväksi kaikkia tiedonsiirrossa siirrettäviä näytteitä vaan kahden potenssissa siis: 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024 jne. Keksinnön

mukainen adaptiivinen modeemi soveltaa diskreettiä Fourier-muunnosta ja pystyy käyttämään kaikki käytännössä esiintyvät näytemäärät 8,9,10,11,12,...16,...32,...100,...1024,...jne, jolloin voidaan puhua adaptiivisuudesta merkin pituuden (symbolin) suhteen. On huomattava, että siirrettävä symboli muodostuu N kpl näytteestä, jolloin määräytyy samalla symbolinen ajallinen kesto ja symbolinopeus. Symbolinopeuteen vaikuttaa käytettävissä olevan teknologian mahdollistama näytteenotto-taajuus (Äänikortit max. 45000, dsp:t 120000, USB 12 milj. näytettä sekunnissa). Adaptiivinen modeemi ei ole ollut mahdollinen ennen kuin teknologia kehittyi nykyiselle tasolle.

Analogisen signaalin, kuten puheen koodaustavasta riippuen analogisesta näytteestä syntyy yksi adaptiivinen deltamodulaatio, kaksi tai useampia esim. 8 (PCM) bittettä. Adaptiivinen modeemi kokoaa bitit siirrettäviksi symbooleiksi, joissa voi olla 1,2,3 tai useampia eli hyvin suuri määrä bittettä. Adaptiivinen modeemi pystyy siirtämään koodatun puheen riippumatta käytetystä koodaustavasta.

Tekstin koodauksessa adaptiivinen modeemi tarjoaa ASCII-koodille analogisen siirtoon soveltuvan vastineen. Vastaavat standardikoodistot saavat analogisen standardivastineensa, jota ei ole vielä toteutettu markkinoilla olevissa modeemeissa. Koodaus voidaan nykymodeemien bittien koodauksen asemesta suorittaa suoraan tietokoneen muistissa olevista erilaisista merkeistä analogiseen siirrettävään muotoon adaptiivisella modeemilla. Syntyy uusia standardeja erilaisten digitaalisten merkkien, teksti, kuva, kartta jne. analogista koodausta varten.

Kuviossa 1 on matala siniaalto 0-bitti ja korkea aalto on 1-bitti. Kuviossa 1 esitetään vain amplitudimodulointi. On tavallista, että nopeissa suorissa kaapeliyhteyksissä käytetään digitaalista siirtoa, jolloin 1-bitti on jonkin rajan ylittävä jännitearvo ja 0-bitti sen alittava jännitearvo.

Kuviossa 1 on esitetty ASCII-koodin H-kirjain yksinkertaisimmalla mahdollisella amplitudi-modulaatiolla. Siinä on vain yksi aallonpituus (18 näytettä), ei vaihemuutoksia ja vain

yksi bitti jokaista aaltoa kohti. Kuviossa pystyakseli ilmaisee jännitteen ja vaaka-akseli aikaa. Valkoiset pystysuorat viivat on piirretty joka kymmenennen näytteen kohdalle.

Kuviossa 2 on sama ASCII-koodin kirjain H esitetty puhtaalla vaihemodulaatiolla. Jos aallon alussa ei ole vaihemuutosta, siihen tulkitaan 0-bitti. Jos vaihemuutos on  $180^\circ$ , siihen tulkitaan 1. Kuviossa 2 on siis  $H = 01001000$ .

Jos kuviot 1 ja 2 yhdistetään, saadaan kuvion 3 mukainen esitys amplitudi- ja vaihemoduloinnista. Yksinkertaisin mahdollinen tilanne.

Kuviossa 3 jokaisella peräkkäisellä aallolla välitetään kaksi bittiä, joista ensimmäinen bitti on amplitudimoduloitu ja toinen vaihemoduloitu. Kuviossa 3 on sanoma "Hä".

Jos tyydytään kuvion 3 esitykseen, ei linjalta saada kovin suurta nopeutta. Jos yhden aallonpituuden sijaan käytetään neljää aallonpituutta, joista toinen on puolet ensimmäisestä ja kolmas  $1/4$  ensimmäisestä ja neljäs  $1/8$  ensimmäisestä ja lisäksi amplitudimuutoksille sallitaan 16 eri korkeutta ja vaiheelle 16 erilaista vaihemuotoa, saadaan kuvion 4 tilanne.

Kuviossa 4 on nopeahko signaali, joka on purettavissa Diskreetillä Fourier-muunnoksella (DFT). Tässä tarkastellaan useiden eri taajuuksien summa-aaltoa. Lähettävän modeemin prosessori on muodostanut summa-aallon käyttäen yleisiä algoritmeja.

Tiedonsiirtokanavan laadun mukaan voidaan käyttää esim. 20 eri taajuutta samanaikaisesti, 8 bittiä aaltoa ja modulointitapaa kohti. Perusaallon näytemäärä voi olla esim. 64 ja matalin aalto on valittavissa kanavan asettamien rajoitusten mukaan. Lisäksi taajuudet voidaan tiivistää esim. 50 Hz kanaviksi ja silti tulos on laskettavissa Fourier-muunnoksesta johdetulla algoritmilla. ts. summa-aallon sisältämät kaikki aaltomuodot ovat ratkaistavissa vastaanottavan modeemin prosessoriyksikön avulla.



## ADAPTIIVISEN RADIOMODEEMIN KUVAUS

Ohjelmallisen radiomodeemikortin lohkokaavio on esitetty kuviossa 5. Modeemikortti liittyy PC:n ISA-, PCI- tai USB-väylään versiosta riippuen. Kortin modeemiosa saa väylän kautta käyttöjännitteensä, data- ja osoitesignaalin sekä keskeytys-signaalit. Signaaleita varten on modeemikortilla puskuripii-rit.

Modeemiosan keskeinen komponentti on signaaliprosessori, joka saa lähetettävän datan PC:n dataväylältä. Prosessori mahdollistaa myös hajaspektritekniikan käyttämisen. Signaaliprosessori toimii ohjelmamuistin avulla. Modeemiohjelma ladataan PC:n data- ja osoiteväylien kautta. Muisti on EEPROM-tyyppiä, jota voidaan ohjelmoida sähköisesti.

Signaaliprosessorilta lähtevä moduloitu digitaalinen tieto muunnetaan analogiseksi digitaali-analogiamuuntimella. Sen analoginen jänniteviesti kytkeytyy aseteltavaan vahvistimeen, jonka vahvistus voidaan tarvittaessa asetella vastuksilla modulaattorin kannalta sopivaksi. Vahvistimen lähtöjännite kytkeytyy modulaattoriin, josta signaali etenee RF- eli radiolähettimeen. Modulaattorin tehtävänä on lisätä lähetettävä datasiignaali suurtaajuiseen kanta-aaltoon käyttämällä amplitudi- ja/tai vaihemodulaatiota. RF-lähetin toimii suurtaajuisen ja moduloidun kanta-aallon vahvistimena, josta signaali johdetaan lähetysantenniin (RX-TX-antenni).

Signaalin vastaanotto tapahtuu johtamalla suurtaajuinen modeemisignaali vastaanottoantennista RF-vastaanottoimeen, joka toimii suurtaajuussignaalin vahvistimena. RF-vastaanotin syöttää demodulaattoria eli ilmaisinta, jossa datasiignaali erotetaan suurtaajuisesta kanta-aallosta. Modeemisignaali etenee edelleen automaattisesti tasolukittuvaan vahvistimeen, joka tunnistaa signaalin suuruuden ja sen jälkeen lukittuu sopivalle vahvistuskertoimelle. Tämä adaptiivisuus edesauttaa vastaanoton virheetöntä toimintaa kun signaalitasot ovat heikkoja. Signaali etenee edelleen analogia-digitaalimuuntimelle. Se muuntaa analogisen jänniteviestin digitaaliseksi signaaliprosessoria varten. Signaaliprosessori vuorostaan ilmaisee eli demoduloi

saamastaan digitaalisesta viestistä sanoman, joka syötetään PC:n dataväylälle.

Kutsuntunnistuspiirin tehtävänä on tunnistaa radioteitse saapuva datalähetys ja tiedottaa PC:tä. Silloin PC osaa varautua vastaanottamaan signaaliprosessorin työstämää datasignaalia. Kun PC lähettää dataa radioteitse, kytkeytyy ohjaussignaali lähetyskytkentään, jolloin RF-lähetin kytkeutyy päälle. Sen jälkeen signaaliprosessori muodostaa datasignaalin lähetettäväksi.

Esitetyn periaatteen mukainen modeemijärjestelmä voi olla sekä datasiirron datamodeemi että digitaalisessa radiossa tarvittava laajakaista- tai ns. hyppivätaajuinen lähetin ja vastaanottimessa tarvittava ilmaisin. Merkin, datan tai symbolien aaltomuodot ovat yleensä valmiiksi muistiin tallennettuja ja ne ilmaistaan Fourier-muunnokseen perustuvan algoritmin avulla laskennallisesti. Tässä tarvitaan signaaliprosessoria ja muistipiirejä sekä muistipiiriin tallennettua ohjelmaa. Oleellinen osa modeemia on liitäntäpiiri, jolla ohjelmallisesti tehty tai muistiin tallennettu lähetettävää symbolia ym. vastaava aaltomuoto siirretään televerkkoon tai radiokanavaan. Tietoliikennetekniikan, digitaalisen signaalinkäsittelyn, tietokoneohjelmoinnin ja nykyelektroniikan signaaliprosessoreiden ja analogia-digitaalimuuntimien tuntemuksen soveltaminen adaptiivisessa modeemissa muodostaa kokonaisuuden, joka takaa nykyistä suuremman siirtonopeuden. Siirtonopeutta voidaan säädellä kulloisenkin tilanteen mukaan. Sitä rajoittaa vain käytettävissä oleva kaistaleveys, vallitseva signaalikohinasuhde ja kulloinenkin tietotekniikan ja elektronikan taso.

#### LÄHTEET

- |     |   |
|-----|---|
| /1/ | CCITT, IX <sup>th</sup> Plenary Assembly, Melbourne 14-25, November 1988, Blue Book, ITU, Geneva, 1989.   |
| /2/ | Grundström M., Mickos R., ATM tekniikka ja monipalveluverkot, Suomen Atk-kustannus Oy, Espoo, 1997.   |
| /3/ | Proakis J. G., Manolakis D. G., Digital Signal Processing Principles, Algorithms, and Applications, MacMillan Publishing Company, New York, 1992. |
| /4/ | Volotinen, V., Tietoliikenne, Verkot ja päätelaitteet, WSOY, Porvoo, 1994.  |
| /5/ | Couch II L. W., Modern Communication Systems, Principles and Applications, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1995.                     |



vastaanotossa saavutetaan Fourier-muunnoksesta johdettua algoritmia käyttäen halutulla näytteenottotaajuudella laskennallisesti haluttu tai maksimaalinen lähetettyjen modulaatioiden taajuuden, amplitudin ja vaiheen erottelutarkkuus eri aaltomuodoiksi televerkon liitäntäyksikön tai radioliitännän kautta tapahtuvassa tiedonsiirrossa.

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä t u n n e t t u siitä, että menetelmässä kutakin bittiä, useita bittejä, ASCII-merkkiä, symbolia, dataa, sanomaa, puhetta tai esim. kuvaa vastaa oma modulaation osana oleva aaltomuoto.

6. Patenttivaatimuksen 4 ja 5 mukainen menetelmä t u n n e t t u siitä, että televerkon tai radiokanavien kautta sanoma lähetetään useiden eri aaltomuotomodulaatioiden yhteisenä laskennallisena ja koodattuna summa-aaltoa, joka vastaanotossa puretaan aaltomuodoiksi ja kooditietoa käyttäen ilmaistaan sanomana.

## (57) Tiivistelmä

Adaptiivinen modeemi, johon kuuluu modeemiosa, jossa on digitaalista signaalinkäsittelyä hyväksikäyttävä lähetin ja vastaanotin sekä modeemin toiminnan ohjaamiseen tarvittava ohjausyksikkö, televerkon sovitinosa, jossa on televerkon liitännäpiirit ja lähetys- ja vastaanottotoiminnan tarvitsemat vahvistus- ja signaalinmuokkausyksiköt sekä tietokoneen väyläliitäntä. Digitaalinen signaalinkäsittely sisältää Fourier-muunnos sovelluksen laskenta-algoritmit, jolloin lähettimen ja vastaanottimen toiminta on mainittuja algoritmeja käyttäen mukautettavissa optimaaliseksi suhteessa käytävissä olevan tiedonsiirtokanavan siirtonopeuteen, virhesuhteeseen ja/tai kaistaleveyteen.

Fig. 1

# OHJELMALLISEN MODEEMIKORTIN LOHKOKAAVIO

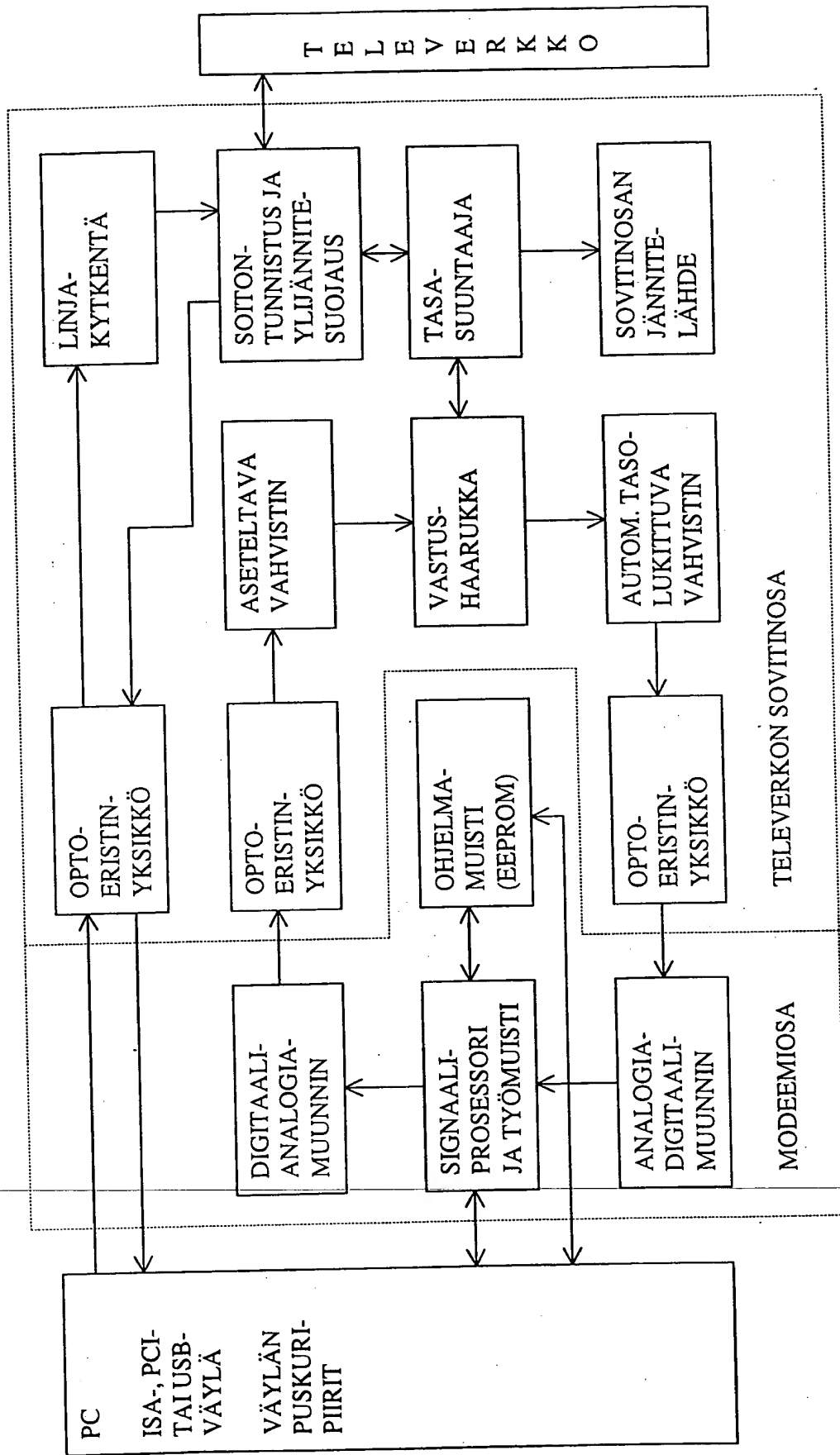


Fig.1

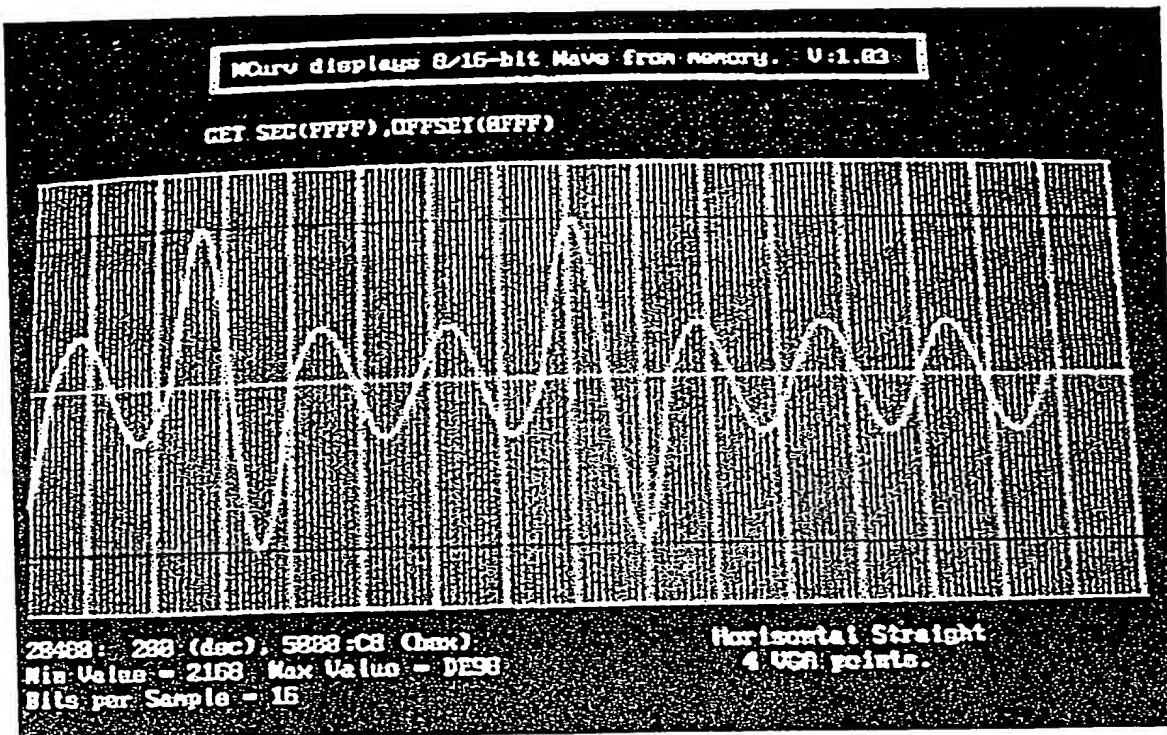


Fig.2

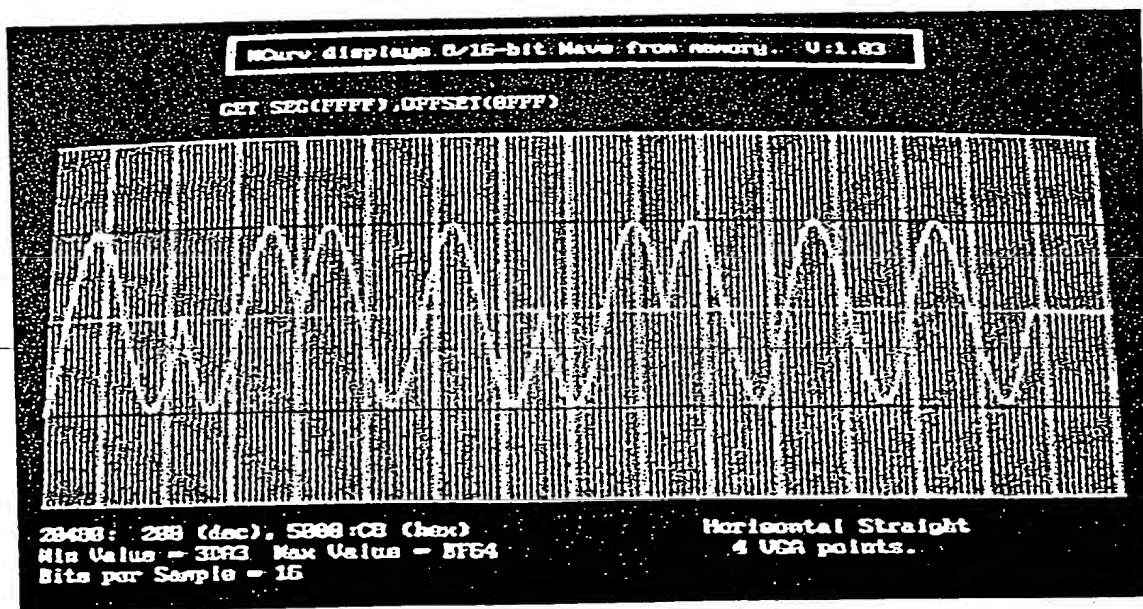


Fig.3

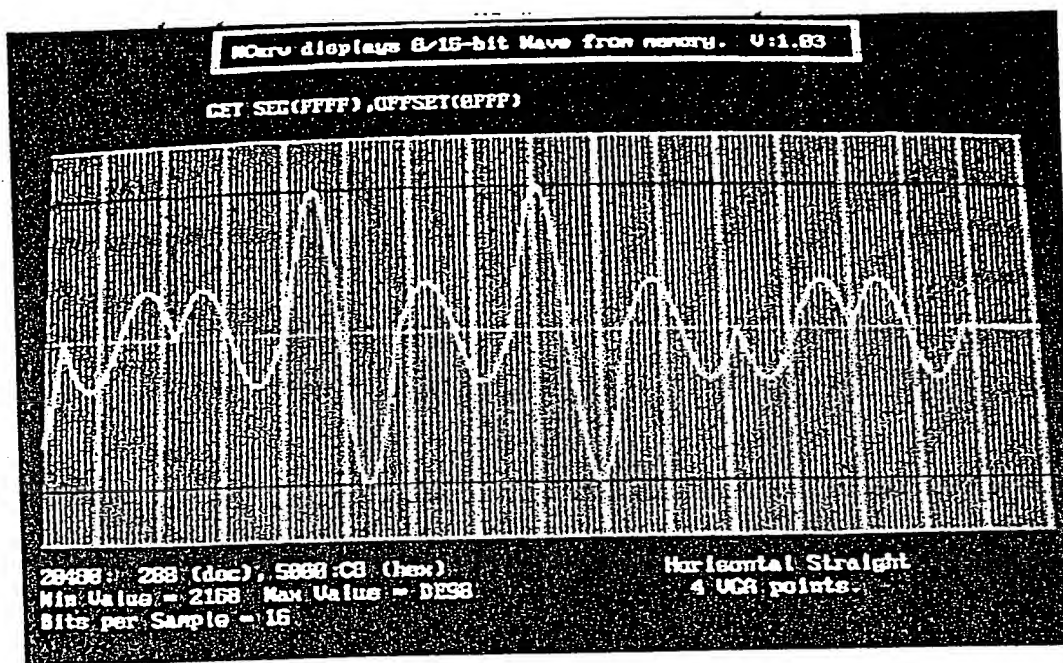


Fig.4

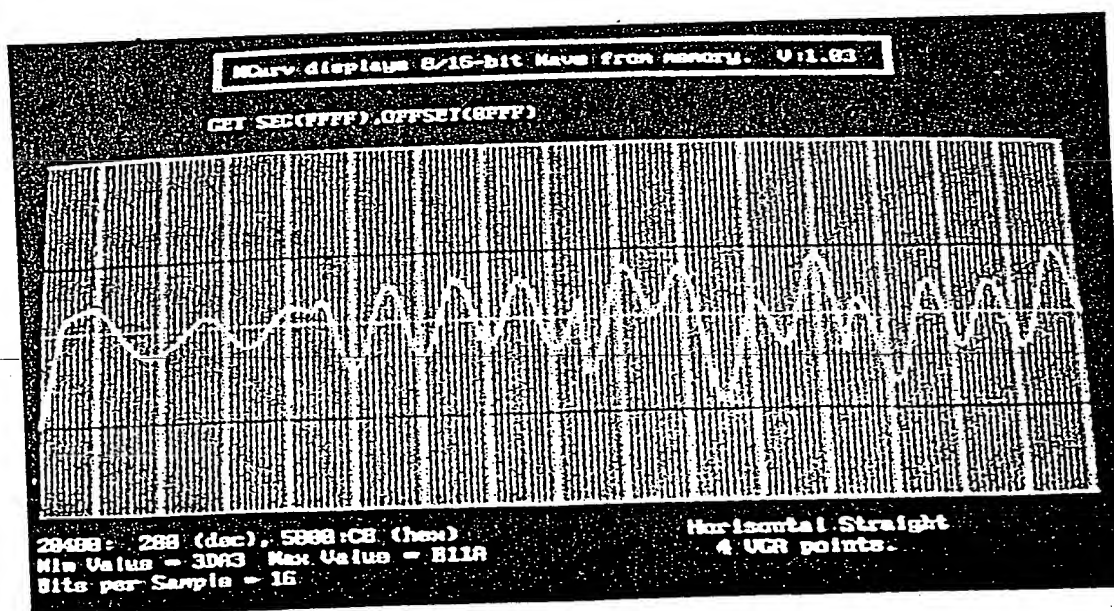


Fig.5



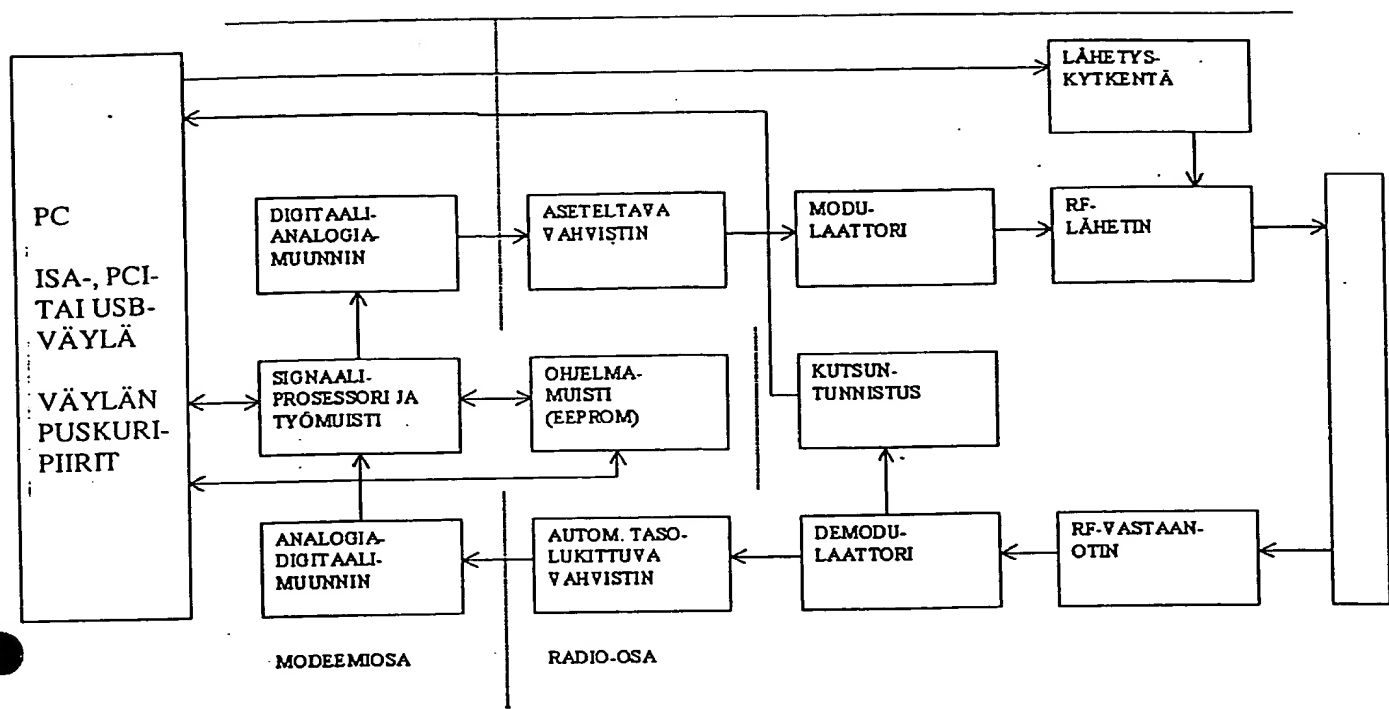


Fig.6

***This Page Blank (uspro)***